

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 42 11 230 C 2

②① Aktenzeichen: P 42 11 230.3-35  
②② Anmeldetag: 3. 4. 92  
②③ Offenlegungstag: 7. 10. 93  
②④ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 26. 6. 97

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 R 31/36**  
A 61 C 5/04  
A 61 C 13/15  
C 08 F 2/48  
B 29 C 35/08

DE 42 11 230 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Ivoclar AG, Schaan, LI

⑦④ Vertreter:

Splanemann Reitzner Baronetzky, 80331 München

⑦② Erfinder:

Mann, Roland, Dipl.-Ing., Vaduz, LI

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

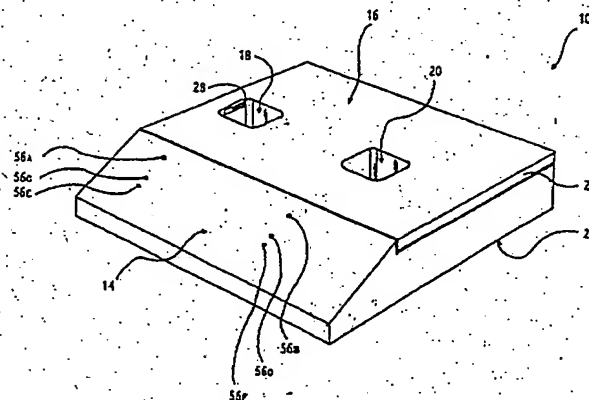
DE 35 34 342 C1  
DE 35 16 774 A1  
DE 91 11 528 U1  
DE 90 15 660 U1  
US 35 09 629  
US 31 09 238  
EP 01 66 364 A2  
EP 4 25 044 A1

NN, »Super-Hightech-NICAD-Lader« in  
Elektor 12/90, S. 20-25;

R.L. Measures: »An easy-to-build NiCd Pulse  
Charger« in ham radio, Sept. 1988, S. 18, 20, 21;  
NN, »Frischzellkur« in elrad 1987, H. 10, S. 48-53;

⑤④ Wiederaufladbares Lichthärtgerät

- ⑤⑦ Wiederaufladbares Lichthärtgerät, insbesondere für das Aushärten von Dentalwerkstoffen wie Zahnfüllmaterialien, mit einem Handgerät, das einen mindestens einen Akkumulator aufweisenden Akkusatz und einen elektrischen Anschluß für das Aufladen des Akkusatzes aufweist, wobei ein durch den Bediener auslösbarer Schalter eine Lampe für die Erzeugung eines definierten Lichtabgeb Zustandes an im Bereich der Lampe angeordneten Lichtleitelementen einschaltet, dadurch gekennzeichnet,
- daß im Handgerät (12) ein kontinuierlich messender Kapazitätsmeßschaltkreis (82) vorhanden ist, der in den Strompfad zwischen den Akkusatz (88) und die Lampe (70) geschaltet ist und der die je noch zur Verfügung stehende Restbetriebsdauer des Akkusatzes kontinuierlich mißt,
  - daß der Kapazitätsmeßschaltkreis (82) aus dem Vergleich der Betriebsspannung unter Last mit einer ersten und einer zweiten Schwellenspannung sowie einer Referenzspannung die Entladekurve des Akkusatzes (88) ermittelt und auf die noch zur Verfügung stehende Restbetriebsdauer schließt, und
  - daß eine Steuerschaltung (94) das Einschalten der Lampe (70) sperrt, wenn die noch zur Verfügung stehende Restbetriebsdauer kleiner als die größte erforderliche Aushärtzeit ist.



DE 42 11 230 C 2

Best Available Copy

Die Erfindung betrifft ein wiederaufladbares Licht-  
härtergerät, insbesondere für das Aushärten von Dental-  
werkstoffen wie Zahnfüllmaterialien, gemäß dem Ober-  
begriff von Anspruch 1.

Derartige Bestrahlungsgeräte zum Aushärten von  
durch Strahlung härtbaren Massen sind beispielsweise  
aus der EP-A2-166 364 bekannt. Sie enthalten in der  
Regel eine Lichtquelle, einen Lichtleiter und Kopp-  
lungsmittel zwischen Lichtleiter und Lichtquelle. Hier  
und im folgenden wird unter Licht eine elektromagne-  
tische Strahlung geeigneter Frequenz verstanden, wobei  
es sich versteht, daß grundsätzlich alle geeigneten  
Strahlungsarten zur Anwendung gelangen können.

Bei dem bekannten Strahlungsgerät ist die Lichtquel-  
le eine Leuchtstoffröhre, die über ein Kabel, einen Netz-  
transformator, eine Batterie, oder einen Akkumulator  
gespeist werden kann. Beim Bestücken mit einem Akku-  
mulator kann das Handgerät mit einer Steckverbindung  
zum Aufladen versehen sein.

Ferner ist ein derartiges Lichthärtgerät aus der  
DE 35 34 342 C1 bekannt. Bei dieser Lösung ist ein se-  
parates Ladegerät vorgesehen, in welches ein Handge-  
rät einsteckbar ist. Das Ladegerät ist in an sich bekann-  
ter Weise mit einer Ladezustands-Anzeigeeinrichtung  
wie beispielsweise einer Kontrollampe versehen. Im  
Rahmen des Ladezyklusses kann so in etwa beurteilt  
werden, wie weit der Ladezyklus fortgeschritten ist, was  
beispielsweise aus einem helleren oder weniger hellen  
Glimmen der Kontrollampe in etwa entnommen wer-  
den kann. Es versteht sich andererseits, daß die Kontrol-  
le des Ladezustandes bei dieser Lösung eher ungenau  
ist. Ferner weist das Ladegerät eine Lichtstärken-Anzei-  
genvorrichtung auf, mit welcher die Lichtstärke, die von  
dem Handgerät abgegeben werden soll, geprüft werden  
kann. Hiermit soll ein Lichtleiter in dem Handgerät ge-  
prüft werden, beispielsweise um sicherzustellen, daß der  
Sitz des Lichtleiters, der üblicherweise als austauschba-  
res Teil ausgebildet ist, in Ordnung ist.

Es hat sich jedoch gezeigt, daß lichthärtbare Massen  
in unzureichendem Maße aushärten, wenn die Lichthär-  
tung nicht in der vorgeschriebenen Weise durchgeführt  
wird. Daher muß bei einem derartigen Gerät der Akku-  
mulator nach Möglichkeit stets vollgeladen aufbewahrt  
werden, um stets die volle Lichtstärke zur Verfügung zu  
stellen. Dies führt bekanntlich aufgrund des sogenann-  
ten "Memory-Effekts" zur Degradation der Kapazität  
des Akkumulators, die im fortgeschrittenen Stadium nur  
bis zu einem gewissen Grade reversibel ist. Eine Um-  
kehrung des Memory-Effekts ist zudem aufwendig und  
der Erfolg ungewiß, wenn der Memory-Effekt weit fort-  
geschritten ist.

Bei akkubetriebenen Dentalbehandlungseinrichtun-  
gen wird aufgrund dieser Schwierigkeiten und der kriti-  
schen Betriebsparameter ein rascher Austausch des ver-  
wendeten Akkumulators fällig, was aus verschiedenen  
Gründen nachteilig ist.

Ferner ist ein einfaches Lichthärtgerät bekannt ge-  
worden, ZWR, 98 Jahrg. 1989, Nr. 8, Seite 710, in dem  
ebenfalls ein Akkumulator vorgesehen ist. Bei diesem  
Gerät wird über einen mechanischen Zähler die Anzahl  
der Einschaltungen des Gerätes registriert. Die Ein-  
schaltung ist hierbei zum Beispiel auf 20s fest vorgege-  
ben, und nach einer vorgegebener Anzahl von Einschal-  
tungen wird angenommen, daß die Akkumulatoren zu  
sehr erschöpft sind, um eine weitere Zeitspanne zur  
Polymerisation zu erlauben. Nach diesem Zeitpunkt

muß eine vollständige Aufladung der Akkumulatoren  
vorgenommen werden. Erst dann ist das Gerät wieder  
betriebsbereit.

Dieses Lichthärtgerät besitzt gravierende Nachteile.  
Einmal ist die Aufladezeit der Akkumulatoren zu groß.  
Zum anderen ist die Überwachung der Lichtintensität  
des Geräts mit Hilfe des Zählens von Einschaltzyklen  
und der Sperrung des Geräts nach einem bestimmten  
Anzahl von Einschaltungen völlig unbefriedigend. Das  
Lichthärtgerät zählt lediglich die Einschaltungen und  
damit eine definierte Zeit, ohne die tatsächliche Kapazi-  
tät des Akkumulators zu berücksichtigen. Ein weiterer  
Nachteil besteht darin, daß das Gerät jedes Mal voll  
aufgeladen werden muß, um diese Art der Steuerung  
überhaupt effektiv werden zu lassen. Ferner muß jedes  
Mal eine bestimmte Brenndauer eingehalten werden,  
und der "Memory Effekt" wird nicht berücksichtigt.

Diese Gesichtspunkte stellen gravierende Nachteile  
dar, da der Zahnarzt sich auf die Lichtintensität der  
Lampe verlassen muß, die benötigte Intensität aber  
nicht mehr zu Verfügung steht, so daß die Zahnfüllung  
nicht oder nicht vollständig aushärtet und damit fehler-  
haft wird. Bei Verwendung eines derartigen Geräts sind  
somit Regressansprüche nicht ausgeschlossen.

Ferner sind aus der US-PS 3 109 238 und der US-  
PS 3 509 629 akkubetriebenen Dentalbehandlungsein-  
richtungen bekannt, die eine Wiederaufladung der Ak-  
kumulatoren über ein übliches Ladegerät erlauben. Al-  
ternativ ist es vorgesehen, Einwegbatterien zu verwen-  
den. Einwegbatterien erlauben zwar eine schnelle Wie-  
derinbetriebnahme der Dentalbehandlungseinrichtung,  
werden jedoch aus Umweltgründen häufig als bedenk-  
lich angesehen und sind im Verbrauch relativ teuer. Zu-  
dem fordert das Ersetzen der Batterien ein Öffnen des  
Handgeräts. Dies ist im medizinischen Bereich häufig  
unerwünscht.

Daher liegt die Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein  
wiederaufladbares Lichthärtgerät gemäß dem Oberbe-  
griff von Anspruch 1 zu schaffen, das eine verbesserte  
Verfügbarkeit erlaubt, ohne daß die Akkumulatorspan-  
nung für den Betrieb des Lichthärtgeräts kritische Wer-  
te annimmt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein  
Lichthärtgerät gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte  
Weiterbildungen ergeben sich aus der Unteransprü-  
chen.

Mit der Erfindung läßt sich das Lichthärtgerät ab-  
schalten, wenn die Kapazität der Akkus unter ein be-  
stimmtes festgesetztes Minimum sinkt. Hierzu wird er-  
findungsgemäß eine Steuerung durch eine direkte Ka-  
pazitätsmessung der Akkus vorgenommen.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung läßt sich auch bei  
kritischen Dentalbetriebsparametern, die eine mit Ge-  
wißheit einzuhaltende minimale Betriebsspannung ver-  
langen, eine ganz erheblich gesteigerte Nutzungsdauer  
der Akkumulatoren erreichen, die zudem den zahntechni-  
schen Organisationsabläufen erheblich entgegen-  
kommt.

Da kein Reserve-Akkumulatorensatz bereitgehalten  
werden muß, entfällt auch die Notwendigkeit, das Hand-  
gerät zu öffnen, um den Reservesatz einzusetzen. Auch  
im übrigen kann — beispielsweise durch glatte Ausbil-  
dung der Oberfläche des Ladegeräts — die erfindungs-  
gemäße Dentalbehandlungseinrichtung bzw. das erfin-  
dungsgemäße Lichthärtgerät leicht sterilisierbar gehalten  
sein.

Aufgrund der erfindungsgemäß zur Verfügung ge-  
stellten und durch die elektrische und/oder mechanische

Kopplung von Ladegerät und Handgerät sofort einschaltbare Schnelladebetriebsart steht das Lichthärtgerät oder sonstiges im Dentalbereich einsetzbares Dental-Handgerät, wie beispielsweise ein Handbohrer, rasch für die Wiederverwendung zur Verfügung, auch wenn die Entladung bereits stark fortgeschritten ist.

Besonders günstig ist es, daß eine Umschaltung auf die Erhaltungsladung im Ladegerät erfolgt. Diese bevorzugt automatische Umschaltung ermöglicht es, den Schnelladebetrieb definiert zu beenden, so daß stets vollständig aufgeladene Akkumulatoren zur Verfügung stehen, ein Überladen vermieden wird und ein Wiederaufladen unabhängig davon geschehen kann, welchen Ladezustand der in dem Handgerät befindliche Akkusatz bei Beginn des Schnelladebetriebs aufwies. Auch kann das Handgerät beliebig lange in der Ladeschaltung belassen werden, so daß die Handhabung erheblich vereinfacht ist, und die Verfügbarkeit stark erhöht ist.

Vorteilhaft kann der Griff des Handgeräts in eine schachtelförmige Ladegerät-Ausnehmung passen, jedoch länger als diese sein. Im Betrieb kann das Handgerät dann in der Ausnehmung gleichsam abgestellt werden, wobei der erforderliche Kontaktdruck durch das Eigengewicht des Handgeräts leicht erreicht wird.

Eine weitere Erhöhung der Verfügbarkeit läßt sich durch die Realisierung von zwei Ladegerät-Ausnehmungen für die Aufnahme von je einem Handgerät gewährleisten. Hier können dann zwei Handgeräte gewünschtenfalls nacheinander aufgeladen werden, wobei es günstig ist, wenn der Ladezyklus für das als zweites eingesetzte Handgerät dann eingeleitet wird, wenn der Umschalter für das erste Ladegerät auf Erhaltungsladung umgeschaltet.

Besonders günstig ist es, wenn durch einen Ladezustandsfühler die in unteren Ladezuständen hohen Ladeströme stufenweise vor der Umschaltung auf die Erhaltungsladung vermindert werden. Es ist sogar möglich, Entladezeiten zu erzielen, die länger als die Ladezeiten sind, wenn nicht ein vollständig geladener oder nahezu vollständig geladener Akkusatz betrieben wird.

Durch die kontinuierliche Kapazitätsmessung wird ebenfalls das Ausmaß der Verfügbarkeit erheblich gesteigert. Zugleich kann sichergestellt sein, daß die kritischen Grenzparameter beispielsweise für die minimale Beleuchtungsstärke für eine den Anforderungen genügende Fotopolymerisation unter allen Betriebszuständen sichergestellt ist, also auch dann, wenn die zur Verfügung stehende Restbetriebsdauer die erforderliche Brenndauer nur um wenig übersteigt.

Durch den erfindungsgemäßen Kapazitätsmeßschaltkreis ist es möglich, auch der Alterung der Akkumulatoren Rechnung zu tragen. Hierzu muß lediglich die durch den Betrieb abgegebene Strommenge zu der verbleibenden Betriebsspannung in Beziehung gesetzt werden, so daß eine erhebliche Verminderung der Kapazität leicht feststellbar ist.

In diesem Zusammenhang ist es besonders günstig, wenn ein möglicherweise entstehender Memory-Effekt frühzeitig erkannt und mit dem erfindungsgemäßen Ladegerät in der Weise bekämpft werden kann, daß vor der Einschaltung der Schnelladebetriebsart und somit auch vor Umschaltung auf die Erhaltungsladung eine Vollentladung durchgeführt wird. Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, den Alterungseffekt optisch anzuzeigen, während gemäß einer weiteren Ausgestaltung das Handgerät dem Ladegerät unmittelbar die Notwendigkeit einer Auffrisch-Betriebsart über die elektrischen Kontakte signalisiert.

Zur Feststellung des Memory-Effektes läßt sich besonders vorteilhaft folgende Maßnahme einsetzen:

Über eine aus der Betriebsspannung abgeleitete Grenzspannung wird festgestellt, wann eine der Betriebsspannung proportionale Spannung von einem ersten Schwellenwert bei eingeschaltetem Gerät auf einen zweiten Stellenwert abfällt. Aufgrund der Tatsache, daß der Widerstand vorbekannt und im wesentlichen als konstant anzunehmen ist, steht die somit abgegebene Strommenge fest. Wenn beispielsweise die erste Schwellenspannung etwa knapp unterhalb der Mitte des realisierten Betriebsspannungsbereichs, und die zweite Schwellenspannung etwas unterhalb dieser Spannung festgelegt wird, lassen sich aus dem Abfall der der Betriebsspannung proportionalen Spannung von der ersten zu der zweiten Schwellenspannung Rückschlüsse über die noch verbleibende Kapazitätsreserve ziehen. Besonders günstig in diesem Zusammenhang ist es, wenn ein Vorwiderstand für den Gebläsemotor verwirklicht ist, wobei die der Betriebsspannung proportionale Spannung dann über dem Gebläsemotor abgegriffen werden kann. Es versteht sich, daß für eine Messung des reinen Innenwiderstands des Akkusatzes auch die Klemmenspannung des Akkusatzes verwendet werden kann.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Steuerschaltung die Betriebsspannung der Lampe langsam aufbaut. Hierdurch wird verhindert, daß aufgrund des geringen Kaltwiderstands der Lampe ein die Lebensdauer dieser verkürzender Einschaltstromstoß abgegeben wird.

Gemäß einer weiteren Abwandlung der Erfindung ist es vorgesehen, die Betriebsspannung und den Entladestrom des Handgeräts während der Brenndauer der Lampe permanent zu überwachen. Beispielsweise ist es möglich, aus der Stärke des Spannungsabfalls und/oder der Stromwerte des Akkusatzes auf die Kapazität des Akkusatzes und/oder die Restbetriebsdauer zu schließen.

Besonders günstig ist es ferner, wenn eine Kapazitätsanzeige vorgesehen ist, deren Eingang mit dem Kapazitätsmeßschaltkreis verbunden ist. Diese Anzeige kann so ausgelegt sein, daß sie stets die zur Verfügung stehenden Restbetriebsdauer anzeigt. Hierbei ist es besonders günstig, wenn die bestehende Kapazität des Akkusatzes berechnet wird, so daß die nach längerer Betriebsdauer einsetzende Alterung in die Anzeige einbezogen werden kann.

Das wiederaufladbare Lichthärtgerät zum Aushärten von Dentalwerkstoffen, vorzugsweise zum Aushärten von Zahnfüllungen besteht aus einem Gehäuse aus Kunststoff oder Metall, welches vorzugsweise eine abgewinkelte, pistolenförmige Form aufweist. Das Gehäuse wird vorzugsweise aus einem Kunststoff im Spritzgußverfahren hergestellt. Es besteht aus einem im wesentlichen waagrechten Oberteil mit einem vorzugsweise zwischen 25 und 60° abgewinkelten Haltegriff. Im Gehäuse untergebracht ist ein Lichtleiter, der aus dem Gehäuse herausragt und an bzw. in diesem vorzugsweise lösbar befestigt ist. Dazu dient eine Aufnahme, die den Lichtleiter in einer genau definierten Stellung hält. Ferner ist im Gehäuse eine Lichtquelle, vorzugsweise eine Halogenlampe mit Reflektor untergebracht. Die Ausrichtung des Lichtes auf den Lichtleiter kann durch konstruktive Mittel erfolgen, indem die Reflektorhalogenlampe derart befestigt wird, daß die Bündelung des Lichtes genau am Anfang des Lichtleiters erfolgt. Es können auch optische Kopplungsmittel wie Linsen und

dgl. verwendet werden.

Die Innenwandung des Reflektors kann mit einem Filter beschichtet sein, das z. B. Licht im UV-Bereich und/oder im Ultrarotbereich ausfiltert und nur sichtbares Licht reflektiert. Zusätzlich können zwischen Lichtquelle und Lichtleiter ein oder mehrere Filter angeordnet sein, wenn der Reflektor nicht mit einem Filter beschichtet ist. Das Zwischenfilter kann auch zusätzlich angeordnet sein. Zur Kühlung der Lampe ist — vorzugsweise ebenfalls im Oberteil des Gehäuses — ein Kühlventilator vorgesehen.

Im Gehäuse ist weiter ein Tastschalter zum Ein- und Ausschalten der Lichtquelle angeordnet. Vorzugsweise ist dieser ergonomisch derart im Griffteil des Gehäuses befestigt, daß er mit dem Finger leicht bedient werden kann. Ein Kippschalter kann ebenfalls verwendet werden.

Im Gehäuse, vorzugsweise im Handstück, ist weiterhin ein elektronisches Bauteil zur Messung und Anzeige der Kapazität des Akkumulators untergebracht. Bei der Kapazitätsanzeige handelt es sich vorzugsweise um eine LCD-Anzeige, die ergonomisch so plaziert wird, daß sie leicht ablesbar ist. Vorzugsweise sitzt die Anzeige im Oberteil des Gehäuses. Das elektronische Bauteil ist in Form einer miniaturisierten Komponente im Pistolengriff eingesetzt. Bei einer speziellen Ausführungsform der Erfindung wird über eine Strom- oder Spannungsmessung die Kapazität gemessen und auf einer Anzeige in 0,5 Minutenschritten sichtbar gemacht. Sie gibt in vorbestimmten Zeitintervallen die noch mögliche Arbeitszeit des Geräts an. Das elektronische Bauteil ist so konzipiert, daß es sich dynamisch an eine allfällige Alterung des Akkus anpaßt und jederzeit die noch verfügbare Polymerisationszeit des Gerätes mißt und anzeigt. So ist bei einer Teilladung des Akkus die Kapazität und damit umgesetzt die Polymerisationszeit ersichtlich. Das Gleiche gilt für einen Memory-Effekt, der zwar eine Vollladung des Akkus nicht zuläßt, den Zahnarzt jedoch über die Anzeige unterrichtet, welche Polymerisationszeit noch zur Verfügung steht.

Ein weiteres elektronisches zweites Bauteil als miniaturisierte Komponente ist im Gehäuse des Handstücks untergebracht und dient zur Steuerung der Lampe. Mit dem Einschalten über den Tastschalter wird die Lampe aktiviert. Vorzugsweise bewirkt ein Zeitglied des zweiten elektronischen Bauteils eine vorbestimmte Einschaltzeit, z. B. 20 Sekunden des Lichthärtgerätes. Ferner wird durch den Druck auf den Tastschalter ein Kühlventilator aktiviert. Denkbar wäre hier auch eine zeitversetzte Einschaltung des Ventilators.

Nach Ablauf der vorbestimmten Einschaltzeit von 20 Sekunden wird akustisch ein Zeichen gegeben, z. B. ein Piepston, mit dem dem Zahnarzt angezeigt wird, daß das Gerät abgeschaltet werden soll (z. B. bei der Aushärtung von dünnen Schichten wie Fissurenversiegelungsmassen.) Ist ein längere Polymerisationszeit vorgeschrieben wie z. B. 40 Sekunden für Zahnfüllungen, so wird dies durch einen zweimaligen Piepston angezeigt. Die Zeitintervalle werden zählend bis zu einer Minute signalisiert:

Nach 20 sec. 1 Signal

Nach 40 sec. 2 Signale

Nach 60 sec. 3 Signale,

wobei eine Wiederholung nach jeder abgelaufenen Minute vorgesehen ist. Nach Ertönen eines solchen akustischen Signals schaltet der Zahnarzt durch nochmaliges Drücken auf den Tastschalter das Gerät aus. Das Gerät kann jedoch auch zwischen den Zeitintervallen durch

Druck auf den Taster jederzeit ausgeschaltet werden. Da die tatsächliche Kapazität gemessen wird, hat dies auf die Anzeige keinen Einfluß. Je nach Temperatur an der Lampe schaltet das zweite elektronische Bauteil den Ventilator ab oder läßt ihn noch nachlaufen, bis eine vertretbare, im voraus festgelegte Temperatur erreicht ist. Die Messung der Temperatur erfolgt über einen Temperatursensor.

Das zweite elektronische Bauteil sorgt ferner dafür, daß bei einer vorbestimmten Grenzspannung, z. B. bei 90% der vorgeschriebenen Spannung, die Lichtquelle abgeschaltet wird. Es ist also nicht möglich, durch zu schwache Lichtintensität der Lampe fehlerhafte Füllungen zu erhalten, wie dies bei den Geräten nach dem Stand der Technik der Fall ist.

Ggf. sorgt das zweite elektronische Bauteil dafür, daß beim Einschalten der Lampe die Spannung nicht ruckartig auf die Lampe gegeben wird, sondern daß sie innerhalb von z. B. ein bis zwei Sekunden sanft und langsam aufgebaut wird. Die Lampe wird dadurch geschont und die Lebensdauer verlängert.

Es versteht sich von selbst, daß das erste elektronische Bauteil für die Kapazitätsmessung und Anzeige mit dem zweiten elektronischen Bauteil zur Steuerung der Lampe derart zusammengeschaltet werden muß, daß die Lichtquelle zwangsweise ausgeschaltet wird, wenn die Kapazität nicht mehr für eine Polymerisationsdauer von 40 Sekunden oder 20 Sekunden ausreicht, wobei gleichzeitig die Anzeige entsprechend anzeigen muß. Wahlweise kann eine Warnung über den Piepston erfolgen, der den Zahnarzt darauf aufmerksam macht, daß ein Ladevorgang notwendig ist.

Im Gehäuse — vorzugsweise im Handstück — sind neben einem oder mehreren Akkumulatoren entsprechende Ladekontakte vorgesehen. Diese Ladekontakte werden mit einem Ladegerät gekoppelt, und das Lichthärtgerät wird mit einer sofort einschaltbaren Schnellladebetriebsart aufgeladen. Die Schnellladung des Lichthärtgerätes ist wesentlich. Sie sollte innerhalb von 10 Minuten abgeschlossen sein, damit das Lichthärtgerät ohne längere Ausfallzeiten zur Verfügung steht.

Besonders günstig ist es, daß eine Umschaltung auf die Erhaltungsladung im Ladegerät erfolgt. Diese bevorzugt automatische Umschaltung ermöglicht es, den Schnellladebetrieb definiert zu beenden, so daß stets vollständig aufgeladenen Akkumulatoren zur Verfügung stehen, ein Überladen vermieden wird und ein Wiederaufladen unabhängig davon geschehen kann, welchen Ladezustand der in dem Handgerät befindliche Akkusatz bei Beginn des Schnellladebetriebs aufwies. Auch kann das Handgerät beliebig lange in der Ladeschaltung belassen werden, so daß die Handhabung erheblich vereinfacht ist, und die Verfügbarkeit stark erhöht wird.

Besonders günstig ist es, wenn durch einen Ladezustandsfühler die in unteren Ladezuständen hohen Ladeströme stufenweise vor der Umschaltung auf die Erhaltungsladung vermindert werden. Es ist sogar möglich, Entladezeiten zu erzielen, die länger als die Ladezeiten sind, wenn nicht ein vollständig geladener oder nahezu vollständig geladener Akkusatz betrieben wird.

Vorzugsweise ist das Ladegerät so ausgelegt, daß beim Laden des Akkus keine Erwärmung auftritt. Die bei Dauerentladen im Betrieb heißgewordenen Akkus können daher sofort wieder aufgeladen werden.

Anhand der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels und anhand der Zeichnung wird die Erfindung im folgenden erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines erfindungsgemäßen Ladegeräts in perspektivischer Darstellung;

Fig. 2 ein Schnitt durch ein Lichthärtgerät in einer Ausführungsform der Erfindung, das zugleich ein Handgerät bildet; und

Fig. 3 ein schematisiertes Schaltbild des Handgeräts gemäß Fig. 2.

Ein erfindungsgemäßes Lichthärtgerät besteht aus einem Ladegerät 10, das in Fig. 1 dargestellt ist, und einem Handgerät 12, das in Fig. 2 dargestellt ist. Das Ladegerät 10 weist einen pultförmigen Grundaufbau mit einer vorderen Schrägfläche 14 und einer sich nach hinten an diese anschließenden glatten Oberfläche 16 auf. In der Oberfläche 16 sind zwei Ladegerät-Ausnehmungen 18 und 20 vorgesehen, die je einen schachtförmigen, im wesentlichen identischen Aufbau aufweisen und für die Aufnahme eines in Fig. 2 dargestellten Griiffs 22 des Handgeräts 12 geeignet ausgebildet sind. In Anpassung an die Form des Griiffs 22 ist der Querschnitt jeder Ausnehmung 18 und 20 quadratisch mit ausgerundeten Ecken. Die Ausnehmungen 18 und 20 sind ferner mit nicht dargestellten elektrischen Anschlüssen versehen, über welche die Kontaktgabe zu dem Handgerät 12 erfolgt.

Das Ladegerät 10 weist ferner eine Basisplatte 24 auf, die aus Aluminium besteht und Kühlzwecken dient. Die Oberfläche 16 und die Schrägfläche 14 weisen keine Kühlschlitze oder dergleichen auf, so daß ein Abwischen des Ladegeräts 10 mit einem Desinfektionsmittel gefahrlos möglich ist.

Zudem ist ein die Oberfläche 16 tragender Deckel 26 durch die Betätigung von Auslösern, von denen ein Auslöser 28 in der Ausnehmung 18 ersichtlich ist, abnehmbar, so daß auch das Innere des Geräts zugänglich ist und gegebenenfalls gereinigt werden kann.

Das in Fig. 2 dargestellte Handgerät 12 ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein Lichthärtgerät und weist ein Gehäuse 66 auf, das einen Akkusatz 68 und eine Lampe 70 aufnimmt. Die Lampe 70 ist in an sich bekannter Weise im Brennpunkt eines Reflektors 72 angeordnet, der die abgegebene Lichtstrahlung so bündelt, daß sie in dem Einlaßbereich eines Lichtleiters 74 fällt, der in ebenfalls an sich bekannter Weise durch einen Führungsrohr 76 zur Lichtabgabe an der gewünschten Stelle geführt ist.

Der Reflektor 72, der Lichtleiter 74 und ein Filter 78 bilden Lichtleitelemente für die von der Lampe 70 abgegebene Lichtstrahlung.

Die Lampe 70 ist über einen Tastschalter 80 und einen Kapazitätsmeßschaltkreis 82 mit dem Akkusatz 68 verbunden. Der erfindungsgemäße Kapazitätsmeßschaltkreis 82 ist weiter unten anhand von Fig. 3 näher erläutert.

Er ist ferner mit einer Kapazitäts-Anzeige 84 verbunden, die die je verbleibende Restbetriebsdauer anzeigt, bevor ein erneutes Aufladen des Akkusatzes 68 erforderlich ist.

Der Griff 22 weist ferner elektrische Anschlüsse 86 auf, die für die Kontaktgabe mit dem Ladegerät 10 geeignet ausgebildet sind, wenn sich das Handgerät 12 mit dem Griff 22 in einer der Ladegerät-Ausnehmungen 18 oder 20 befindet.

Die Gewichtsverteilung der Akkumulatoren des Akkusatzes ist so gewählt, daß sich der Schwerpunkt relativ weit unten in dem Griff 22 befindet. Dies ist für die Handhabung günstig, ebenso wie die an sich bekannte Pistolengestalt des Handgeräts 12.

In Fig. 3 ist das Schaltbild des Kapazitätsmeßschaltkreises zusammen mit weiteren elektrischen Bauelementen, die in dem Handgerät 12 enthalten sind, dargestellt. Die elektrischen Anschlüsse 86 sind über eine Schutzdiode 88, die als Verpolungsschutz dient, und einen Schutzwiderstand 90 mit dem Akkusatz 68 verbunden. Der Akkusatz 68 weist beispielsweise fünf zueinander in Serie geschaltete Akkumulatoren auf, was bei der Verwendung von Nickel-Cadmium-Akkumulatoren eine Betriebsspannung von 6,0 V ergibt. Es versteht sich, daß anstelle dessen eine beliebig andere Akkumulatorenart, -anzahl und -beschaltung eingesetzt werden kann.

In räumlicher Nachbarschaft zu dem Akkusatz 68 ist ein Temperatursensor 92 angeordnet, der im Beispielfall als PTC-Widerstand in einer — nicht dargestellten — Brückenschaltung ausgebildet ist und die Temperatur des Akkusatzes 68 erfaßt. Der Temperatursensor 92 ist an eine Steuerschaltung 94 angeschlossen, die bei Erreichen einer kritischen Grenztemperatur das Handgerät 12 abschaltet, bis die Temperatur wieder in ausreichendem Maße unter den zulässigen Wert gesunken ist.

Über den Akkusatz 68 ist eine Referenzbrückenschaltung für die Erfassung der Klemmenspannung des Akkusatzes 68 geschaltet. Die Referenzbrückenschaltung besteht aus drei Brückenwiderständen 96, 98 und 100, einer Referenzspannungsquelle 102 und einem Differenz-Verstärker 104 in der Brückendiagonale. Die Referenzspannungsquelle 102 ist hier symbolisch als Zenerdiode dargestellt und gibt eine Referenzspannung  $U_{ref}$  ab. Das Ausgangssignal des Differenz-Verstärkers 104 gibt wieder, wann die Klemmenspannung des Akkusatzes 68 unter einen Referenzwert fällt, der durch die Referenzspannung vorgegeben ist, die über die Zenerdiode 102 anliegt, und wird ebenfalls in die Steuerschaltung 94 eingespeist.

Ferner ist die positive Anschlußklemme des Akkusatzes 68 mit einem Anschluß eines Stromfühlwiderstandes 106 verbunden, über den ebenfalls ein Differenzverstärker 108 geschaltet ist, dessen Ausgangssignal ebenfalls in die Steuerschaltung 94 eingespeist wird. Der Stromfühlwiderstand wird mit dem Betriebsstrom der Lampe 70 des Lichthärtgeräts durchflossen, so daß der Differenzverstärker 108 den Betriebsstrom der Lampe 70 signalisiert.

Die Steuerschaltung 94 ist ferner mit dem Tastschalter 80 sowie mit einem weiteren Temperatursensor 110 verbunden, der in thermischer Nähe zu der Lampe 70 angeordnet ist. Mit dem Temperatursensor 110 wird die Temperatur der Lampe bzw. der Umgebung der Lampe 70 erfaßt und ein weiter unten erläutertes Gebläse abgeschaltet, wenn diese Temperatur unterhalb eines gewünschten Wertes ist.

Die Steuerschaltung 94 ist ferner mit einem Lautsprecher 112 verbunden, der auch als Piezokristall ausgebildet sein kann und der akustischen Signalisierung des Betriebs dient, sowie mit der Kapazitätsanzeige 84, die als Flüssigkristallanzeige ausgebildet ist.

Ferner steuert die Steuerschaltung 94 die Basis eines Leistungstransistors 114, dessen Kollektor mit dem anderen Anschluß des Stromfühlwiderstandes 106 und dessen Emitter mit der Lampe 70 verbunden ist. Zudem steuert die Steuerschaltung 94 die Basis eines weiteren Leistungstransistors 115, dessen Kollektor mit dem einen Anschluß des Stromfühlwiderstandes 106 und dessen Emitter mit der Lampe 70 verbunden ist. Mit dem Leistungstransistor 114 wird somit die Lampe 70 über einen Vorwiderstand eingeschaltet, während mit dem



Leistungstransistor 115 die Lampe unmittelbar eingeschaltet wird. Die Leistungstransistoren 114 und 115 sind bevorzugt vom Germanium-Typ, so daß der Spannungsabfall über den Stromföhlwiderstand 106 und den Leistungstransistor 114 zusammen unter 0,4 V liegt, was einen entsprechend hohen Wirkungsgrad erlaubt. Gemäß einer anderen Ausgestaltung ist es vorgesehen, die Leistungstransistoren 114 und 115 wie auch einen weiter unten beschriebenen Leistungstransistor 118 durch Kleinrelais zu ersetzen, so daß der Spannungsabfall noch stärker vermindert wird.

Das Gebläse weist ein nicht dargestelltes Flügelrad und einen Motor 116 auf, der über den weiteren Leistungstransistor 118 und einen Vorwiderstand 119 mit der positiven Klemmenspannung des Akkusatzes 68 verbunden ist, wobei die Basis des Leistungstransistors 118 ebenfalls von der Steuerschaltung 94 angesteuert wird.

Die Steuerung des Gebläses erfolgt so, daß bei einer Betätigung des Tastschalters 80, die die Lampe einschaltet, das Gebläse stets eingeschaltet wird, eine erneute Betätigung des Tastschalters 80 jedoch nur die Lampe 70 ausschaltet und das Gebläse erst dann ausgeschaltet wird, wenn Temperatursensor 110 anzeigt, daß dies sinnvoll ist.

Der Verbindungspunkt zwischen dem Vorwiderstand 119 und dem Motor 116 ist ferner mit je einem Eingangsanschluß dreier Differenzverstärker 120, 122, 124 verbunden. Die Referenzspannung  $U_{ref}$  ist ferner über einen Spannungsteiler mit drei in Reihe geschalteten Widerständen 126, 128, 130 mit Masse verbunden. Der andere Eingangsanschluß des Differenzverstärkers 120 ist mit der Referenzspannung  $U_{ref}$  verbunden. Der Verbindungspunkt zwischen den Widerständen 126 und 128 ist mit dem anderen Eingangsanschluß des Differenzverstärkers 122 verbunden. Der Verbindungspunkt zwischen den Widerständen 128 und 130 ist mit dem anderen Eingangsanschluß der Differenzverstärkers 124 verbunden. Die Ausgänge der Differenzverstärker 120 bis 124 sind je mit der Steuerschaltung 94 verbunden.

Am Verbindungspunkt zwischen den Widerständen 126 und 128 liegt aufgrund der Spannungsteilerwirkung der Widerstände 126 bis 130 über die Referenzspannung  $U_{ref}$  eine erste Schwellenspannung an. Entsprechend liegt eine weitere Schwellenspannung an dem Verbindungspunkt der Widerstände 128 und 130 an. Die Referenzspannung wie auch die hieraus abgeleiteten ersten und zweiten Schwellenspannungen sind je unabhängig von der tatsächlich anliegenden Betriebsspannung und liegen tiefer als diese. Da der Verbindungspunkt des Motors 116 mit dem Vorwiderstand 119 nicht direkt, sondern über einen Widerstand 132 mit den je einen Eingangsanschlüssen der Differenzverstärker 120 bis 124 verbunden ist, wobei diese zusätzlich über einen weiteren Widerstand 134 mit Masse verbunden sind, liegt auch dort ein Spannungsteiler vor, der eine der Motorspannung proportionale Spannung abgibt.

Die Beschaltung der Differenzverstärker 120 bis 124 signalisiert somit, wann die Betriebsspannung in belastetem Zustand, d. h., bei eingeschalteter Lampe 70 und eingeschaltetem Gebläsemotor 116, der Referenzspannung, der ersten Schwellenspannung und der zweiten Schwellenspannung entspricht. Die von der Steuerschaltung 94 je verarbeiteten Werte geben somit nicht lediglich den aktuellen Spannungswert des Akkusatzes 68 wieder, sondern erlauben es der Steuerschaltung 94, die Entladekurve des Akkusatzes zu ermitteln. Wenn auch der aktuelle Stromwert über den Stromföhlwider-

stand 106 und den Differenzverstärker 108 und der aktuelle Spannungswert über den Differenzverstärker 104 gemessen werden kann, ist es ebenfalls möglich, den Stromföhlwiderstand 106 durch einen Kurzschluß zu ersetzen, und lediglich unter Verwendung der Schaltung mit den Differenzverstärkern 120 bis 124 die Spannungs- und Stromwerte des Akkusatzes 68 und ggf. deren Entwicklung zu ermitteln und auf den Ladezustand des Akkusatzes 68 einerseits, dessen Alterung andererseits und die sich hieraus ergebende zur Verfügung stehende Betriebsdauer zu schließen.

Die Steuerschaltung 94 umfaßt hierzu einen Offset, mit welchem die bei einer Fotopolymerisation längstmöglich auftretende Brenndauer von der tatsächlichen Restbetriebsdauer subtrahiert wird. Die somit anzuzeigende Restbetriebsdauer wird in der Kapazitätsanzeige 84 eingeblendet und erscheint dort in Form eines Balkendiagramms sowie bevorzugt zusätzlich in digitaler Form, wobei die Anzeige in 0,5 min. Schritten erfolgt.

Die Steuerschaltung 94 ist so aufgebaut, daß die Lampenspannung der Lampe 70 allmählich innerhalb von 1 bis 2 Sekunden aufgebaut wird. Hierdurch wird ein zu starker Stromimpuls aufgrund des geringen Kaltwiderstands der Lampe 70 vermieden, und die Lebensdauer der Lampe erhöht. Während die Lampe brennt, wird im Zeitintervall von 20 Sekunden für 1 bis 1,5 Sekunden über den Lautsprecher 112 ein Signalton abgegeben, wobei bevorzugt nach 20 Sekunden ein einfacher Signalton, nach 40 Sekunden ein zweifacher und nach 60 Sekunden ein dreifacher Signalton sowie bei noch längere Belichtung ein ebenfalls dreifacher Signalton abgegeben wird.

Es versteht sich, daß verschiedene Änderungen je nach gewünschter Anwendung sinnvoll sein können. Beispielsweise kann der Stromföhlwiderstand 106 dem Leistungstransistor 114 nachgeschaltet sein, um den Lampenstrom durch die Lampe 70 exakter zu messen. Auch kann der Leistungstransistor 114 als PNP-Typ ausgebildet, was in vielen Fällen günstiger ist. Ferner kann anstelle der dargestellten kontinuierlichen Betriebsart sowohl die Steuerschaltung 54 als auch die Steuerschaltung 94 so ausgelegt sein, daß ein getasteter Betrieb der jeweiligen Transistoren 58 bzw. 114 und 115 möglich wird, wobei durch Änderung des Pausenverhältnisses eine verlustleistungsarme Regelung möglich ist. In diesem Falle können die Leistungstransistoren auch durch Thyristoren ersetzt werden.

#### Patentansprüche

1. Wiederaufladbares Lichthärtgerät, insbesondere für das Aushärten von Dentalwerkstoffen wie Zahnfüllmaterialien, mit einem Handgerät, das einen mindestens einen Akkumulator aufweisenden Akkusatz und einen elektrischen Anschluß für das Aufladen des Akkusatzes aufweist, wobei ein durch den Bediener auslösbarer Schalter eine Lampe für die Erzeugung eines definierten Lichtabgabezustandes an im Bereich der Lampe angeordneten Lichtleitelementen einschaltet, dadurch gekennzeichnet,

— daß im Handgerät (12) ein kontinuierlich messender Kapazitätsmeßschaltkreis (82) vorhanden ist, der in den Strompfad zwischen den Akkusatz (68) und die Lampe (70) geschaltet ist und der die je noch zur Verfügung stehende Restbetriebsdauer des Akkusatzes kontinuierlich mißt,

- daß der Kapazitätsmeßschaltkreis (82) aus dem Vergleich der Betriebsspannung unter Last mit einer ersten und einer zweiten Schwellenspannung sowie einer Referenzspannung die Entladekurve des Akkusatzes (68) ermittelt und auf die noch zur Verfügung stehende Restbetriebsdauer schließt, und
- daß eine Steuerschaltung (94) das Einschalten der Lampe (70) sperrt, wenn die noch zur Verfügung stehende Restbetriebsdauer kleiner als die größte erforderliche Aushärtzeit ist.
- 2. Lichthärtgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für die Bestimmung der Restbetriebsdauer des Akkusatzes der definierte Lichtabgabezustand als Licht oberhalb einer vorgegebenen Schwellenintensität abgebend festgelegt ist und eine Steuerschaltung (94) den Betrieb des Lichthärtgeräts (12) sperrt, wenn die einer Minimumkapazität entsprechende Restbetriebsdauer erschöpft ist.
- 3. Lichthärtgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuerschaltung (94) den Betrieb des Lichthärtgeräts (12) sperrt, wenn die Restbetriebsdauer den Wert der im Betrieb maximal pro Brennzyklus erforderlichen Lampen-Brenndauer unterschreitet.
- 4. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kompensationsschaltkreis vorgesehen ist, mit welchem zur dynamischen Anpassung an die Alterung des Akkusatzes die Restbetriebsdauer verkürzt wird.
- 5. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schalter (80) eine Tastfunktion aufweist, die einen Steuerimpuls für eine Steuerschaltung (94) des Lichthärtgeräts (12) abgibt, wobei die Steuerimpulse die Lampe (70) abwechselnd ein- und ausschalten.
- 6. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Einschalt-Betriebszustand der Lampe (70) ein akustisches Signal abgebar ist, das insbesondere in einem Zeitintervall vom 5 bis 30 Sekunden, vorzugsweise in einem Zeitintervall von etwa 20 Sekunden, das Verstreichen der entsprechenden Belichtungszeit signalisiert, wobei bevorzugt nach mehrfachem Verstreichen des Zeitintervalls das akustische Signal je entsprechend mehrfach abgebar ist.
- 7. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Einschalten der Lampe (70) durch den Schalter (80) die Lampenspannung allmählich, insbesondere innerhalb eines Startintervalls von 0,5 bis 3, vorzugsweise 1 bis 2 Sekunden aufbaut.
- 8. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Einschalten der Lampe (70) zugleich einen Kühlventilator für diese einschaltet, deren Nachlauf über einen Temperatursensor (110) steuerbar ist.
- 9. Lichthärtgerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Temperatursensor (110) eine Sicherheitsabschaltung der Lampe (70) steuert, wenn die gemessene Temperatur eine vorgegebene Grenztemperatur überschreitet.
- 10. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Akkusatz-Temperatursensor (92) thermisch mit dem Akkusatz (68) gekoppelt ist und das Lichthärtgerät (12) abschaltet, wenn die Akkumulatoren — ge-

benenfalls aufgrund eines technischen Defekts oder einer Dauarentladung — eine vorgegebene Grenztemperatur von beispielsweise 60°C überschreiten.

11. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kapazitätsmeßschaltkreis (82) an eine Kapazitätsanzeige (84) angeschlossen ist, mit welcher die zur Verfügung stehende Restbetriebsdauer anzeigbar ist.

12. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kapazitätsanzeige (84), die von dem Kapazitätsmeßschaltkreis (82) angesteuert ist, bei schneller abfallendem Entladestrom eine Alterung des Akkusatzes (68) anzeigt und so eine Auffrisch-Betriebsart in einem Ladegerät (10) für das Lichthärtgerät (12) indiziert.

13. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schaltkreis zur Kompensation des Memory-Effektes vorgesehen ist, der insbesondere ein Schnellentladen des Akkusatzes ermöglicht.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen





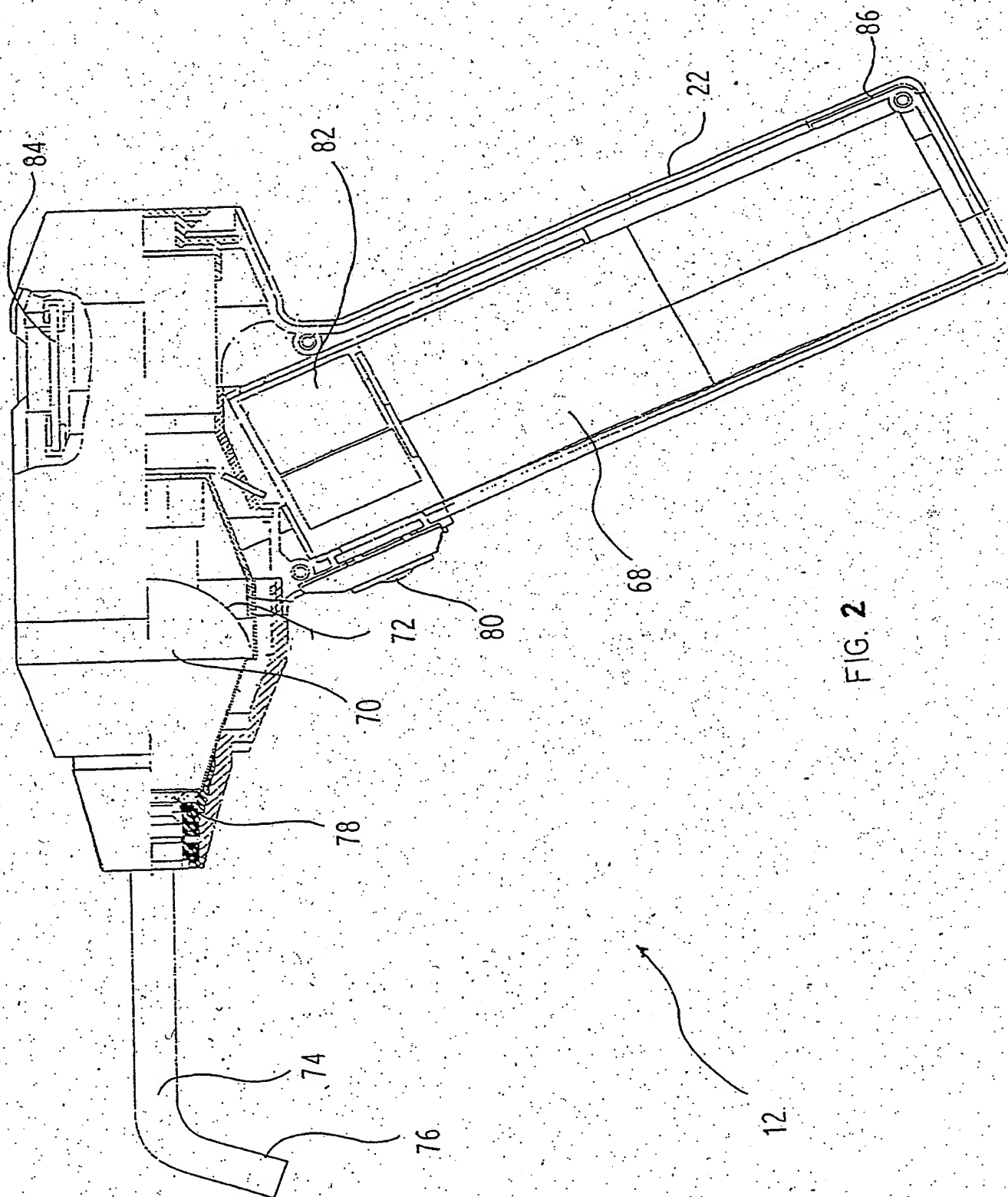


FIG. 2

Best Available Copy

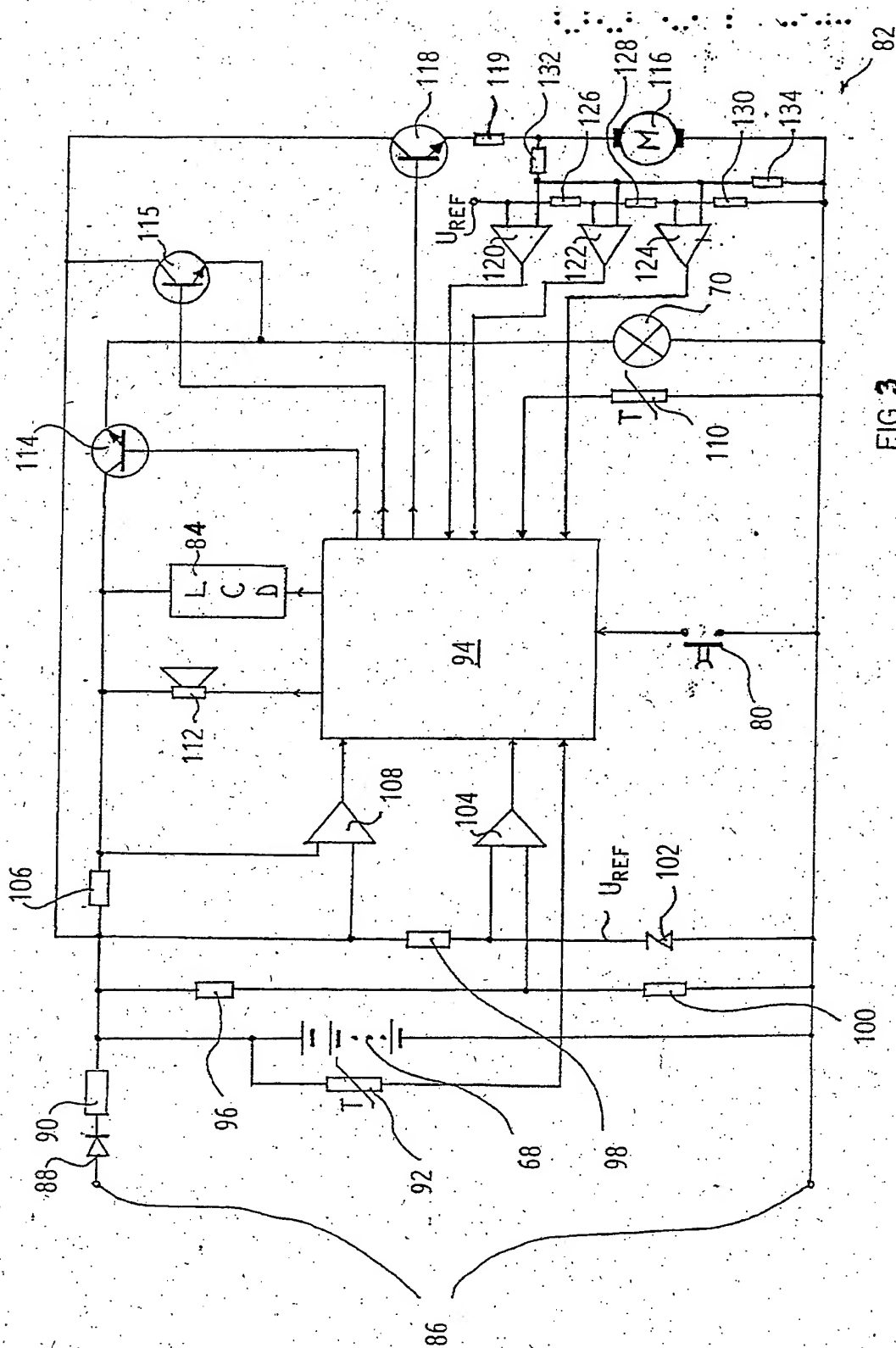


FIG. 3

Best Available Copy